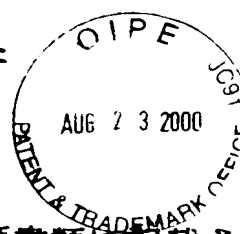


日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 9 月 2 4 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年特許願第 2 6 9 8 5 4 号

出 願 人

Applicant (s):

株式会社東芝

2 0 0 0 年 4 月 2 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦

出証番号 出証特 2 0 0 0 - 3 0 3 0 0 7 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 4HA9970211

【提出日】 平成11年 9月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/265

【発明の名称】 イオン発生装置、イオン照射装置及びフィラメント

【請求項の数】 7

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
                                横浜事業所内

    【氏名】 村越 篤

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
                                横浜事業所内

    【氏名】 須黒 恭一

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
                                横浜事業所内

    【氏名】 奥村 勝弥

【特許出願人】

    【識別番号】 000003078

    【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

    【識別番号】 100083161

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 外川 英明

    【電話番号】 03-3457-2512

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 010261

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】イオン発生装置、イオン照射装置及びフィラメント

【特許請求の範囲】

【請求項 1】箱状に形成された容器と、

前記容器内にプラズマを発生しうるガスを導入するガス導入手段と、

前記容器内に配置されたフィラメントから放出された熱電子により前記ガスのプラズマを発生させることにより所望のイオンを発生させうるプラズマ発生手段と、

前記容器内に生じたイオンを前記容器外に導出するイオン導出手段とを有し、  
前記フィラメントが高融点金属を主体とし希土類元素ないし希土類酸化物を含有することを特徴とするイオン発生装置。

【請求項 2】前記高融点金属がタングステンであり前記希土類元素ないし希土類酸化物がレニウム、ランタン、セリウム、イットリウム、乃至はレニウム、ランタン、セリウム、イットリウムの何れかの酸化物であることを特徴とする請求項 1 に記載のイオン発生装置。

【請求項 3】前記高融点金属がタングステンであり、前記希土類元素ないし希土類酸化物がレニウムであり、前記フィラメントに含有されるレニウムの含有量は 1 % 以上 2 6 % 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のイオン発生装置。

【請求項 4】前記高融点金属がタングステンで有り前記希土類元素ないし希土類酸化物がランタン、セリウム、イットリウムの何れかの酸化物であり、前記フィラメントに含有される前記酸化物の含有量が 5 % 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のイオン発生装置。

【請求項 5】イオン発生部と、

前記イオン発生部外に設けられ、前記イオン発生部に開口された第 2 の開口部から導出されたイオンが照射される試料室とを備えたイオン照射装置であって、

前記イオン発生部は箱状に形成された容器と、

前記容器内にプラズマを発生しうるガスを導入するガス導入手段と、

前記容器内に配置されたフィラメントから放出された熱電子により前記ガスのプ

ラズマを発生させることにより所望のイオンを発生させうるプラズマ発生手段と

前記容器内に生じたイオンを前記容器外に導出するイオン導出手段とを有し、  
前記フィラメントが高融点金属を主体とし希土類元素ないし希土類酸化物を含有  
することを特徴とするイオン照射装置。

【請求項 6】 タングステンに希土類元素ないし希土類酸化物を添加したことを  
特徴とするフィラメント。

【請求項 7】 タングステンに 1 % 以上 2 6 % のレニウムを含有したことを特徴  
とするフィラメント。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、イオン発生装置、イオン照射装置、およびフィラメントに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

イオン注入法（イオン照射法）は、半導体基板に硼素（B）、磷（P）、砒素  
（A s）等の不純物を導入して P N 接合を形成する方法として、広く用いられて  
いる。このイオン注入法によれば、目的とする場所に不純物の濃度と深さを精密  
にコントロールして導入することができる。

【 0 0 0 3 】

イオン注入装置（イオン照射装置）の心臓部となるイオン源チャンバーには、  
大別して熱電極を用いたフリーマン型、バーナス型と、マグネトロンを用いたマ  
イクロ波型がある。

【 0 0 0 4 】

次にこの装置を用いて熱電極を利用してイオンを取り出す方法を簡単に説明す  
る。イオン源チャンバーのガス導入口から例えば A r ガスを供給するとともに、  
チャンバー内のタングステンフィラメント 2 7 から熱電子を放出させ、更に熱電  
子運動を偏向させることにより、チャンバー内に導入された A r ガスと熱電子と

の衝突確率を高めてイオン化を行う。そしてチャンバーからイオンが取り出される。

【 0 0 0 5 】

これらの従来のイオン源チャンバーでは照射されるべきイオンは、一般にガス、乃至個体を昇華することで得られた蒸気をアークチャンバーに導入し、上記のフィラメント、対向電極間で放電させることによりフィラメントから熱電子を発生させることによりイオン源チャンバー内でプラズマを発生させ、それによって蒸気をイオン化することで得られていた。

【 0 0 0 6 】

上記の目的を実現するには、フィラメントは高い電界を印可して熱電子を効率良く放出することが必要である。そのために、通常、フィラメントの材料としては高融点金属で有るタングステンが用いられている。しかしながら、純タングステンの場合には放電を継続することで融点近くまでフィラメント温度が上がり、放電停止後の温度低下時にタングステンが結晶化することがあり、次の放電時にこの結晶粒界が局部的に昇温し、フィラメントが断線するなどの不都合があった。

【 0 0 0 7 】

このため、純タングステンに A l、S i、K などの金属を微量添加し、タングステンの再結晶温度を高くすることにより高温時の強度を上げることが従来から行われている。

【 0 0 0 8 】

このようなタングステンフィラメントへの不純物の微量添加による高融点化技術は蛍光灯のフィラメントなどにも用いられている。しかしながら、イオン発生装置チャンバー用フィラメントの場合には、フィラメントはチャンバー内に導入されているイオンを発生すべき特殊材料ガスに直接触れている。特殊材料ガスは通常腐食性、反応性を有するものが多いので、通常不活性ガス雰囲気を用いる蛍光灯のフィラメントなどに比較してイオン発生装置チャンバー用フィラメントの使用環境は過酷であり、寿命が短い。

【 0 0 0 9 】

また、所望のガスの分圧が低い場合などには所望のイオン電流を得るためにフィラメント電流を増大させる必要があり、例え、Al、Si、Kなどの金属を微量添加し、タングステンの再結晶温度を高くした場合でもタングステンの再結晶化、それに伴いフィラメントが断線するなどの不都合があった。また、断線に至らない場合でも、不純物が再結晶粒界に偏析し、フィラメントからの熱電子放出が妨げられる結果となっていた。

## 【0010】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、タングステンなどの高融点金属フィラメントの融点を上げ再結晶化を押さえることによってフィラメント寿命を延ばし、高フィラメント電流を可能とし、フィラメント電流の変動を減少できるイオン注入装置、イオン照射装置を提供することを目的とする。

## 【0011】

また、本発明は上記の装置に用いる高寿命のフィラメントを提供することを目的とする。

また、本発明は、In（インジウム）、Sb（アンチモン）、もしくは低ドーズ注入などのイオン電流の小さいイオン源を用いてイオン注入する場合に、工程変動の少ない安定したイオン注入層を形成できる半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

上記の問題を解決するため、本発明に係るイオン発生装置では、箱状に形成された容器と、前記容器内にプラズマを発生しうるガスを導入するガス導入手段と

、  
前記容器内に配置されたフィラメントから放出された熱電子により前記ガスのプラズマを発生させることにより所望のイオンを発生させうるプラズマ発生手段と、前記容器内に生じたイオンを前記容器外に導出するイオン導出手段とを有し、前記フィラメントが高融点金属を主体とし希土類元素ないし希土類酸化物を含有することを特徴とする。

【0 0 1 3】

また、前記高融点金属がタングステンであり前記希土類元素ないし希土類酸化物がレニウム、ランタン、セリウム、イットリウム、乃至はレニウム、ランタン、セリウム、イットリウムの何れかの酸化物であることを特徴とする。

【0 0 1 4】

また、前記高融点金属がタングステンであり、前記希土類元素ないし希土類酸化物がレニウムであり、前記フィラメントに含有されるレニウムの含有量は 1 % 以上 2 6 % 以下であることを特徴とする。

【0 0 1 5】

さらに、前記高融点金属がタングステンで有り前記希土類元素ないし希土類酸化物がランタン、セリウム、イットリウムの何れかの酸化物であり、前記フィラメントに含有される前記酸化物の含有量が 5 % 以下であることを特徴とする。

【0 0 1 6】

次に、本発明に係るイオン照射装置では、イオン発生部と、前記イオン発生部外に設けられ、前記イオン発生部に開口された第 2 の開口部から導出されたイオンが照射される試料室とを備えたイオン照射装置であって、前記イオン発生部は箱状に形成された容器と、前記容器内にプラズマを発生しうるガスを導入するガス導入手段と、前記容器内に配置されたフィラメントから放出された熱電子により前記ガスのプラズマを発生させることにより所望のイオンを発生させうるプラズマ発生手段と、前記容器内に生じたイオンを前記容器外に導出するイオン導出手段とを有し、前記フィラメントが高融点金属を主体とし希土類元素ないし希土類酸化物を含有することを特徴とする。

【0 0 1 7】

次に、本発明に係るフィラメントでは、タングステンに希土類元素ないし希土類酸化物を添加したことを特徴とする。

また、タングステンに 1 % 以上 2 6 % のレニウムを含有したことを特徴とする。

【0 0 1 8】

【発明の実施の形態】



以下、図面を参照して、本発明の実施の形態（以下実施形態と略記する）を説明する。

まず、図 1 を参照して、イオン照射装置の全体構成の概要及びイオン発生方法、照射方法を説明する。なお、本発明は、後述するようにイオン発生装置となるイオン源チャンバー 1（アークチャンバー）にその大きな特徴があり、図 1 に示したその他の構成は従来のイオン照射装置の構成と同様である。

#### 【0019】

図 1 に示したイオン照射装置では、まずイオン源チャンバー 1 でイオンが生成される（その詳細については後述する）。次に、このイオンはイオン源チャンバー 1 に隣接した引き出し電極 2 によって引き出され、分離電磁石 3 に導入され、そこで、電荷と質量に応じてイオン種毎に質量分離される。分離電磁石 3 を通過したイオンは、続いてスリット 4 に導入され、そこで所望のイオン種のみが完全に分離される。分離された所望のイオン種を、加速器 5 によって所望の最終エネルギーまで加速または減速する。そして、所望のエネルギーを持ったイオンビームが四極レンズ 6 によって試料 1 2（例えば半導体基板）の表面に集束点を持つように集束される。続いて、走査電極 7 及び 8 により試料面全体で注入量が一樣になるように走査される。そして残留ガスとの衝突で生じる中性粒子を除去するために、偏向電極 9 によりイオンビームが曲げられ、マスク 1 0 を通して試料 1 2 表面にイオンビームが照射される。1 1 はアースである。

#### 【0020】

以下、図 1 に示したイオン源チャンバー 1（イオン発生装置）及びそれを用いたイオン発生方法、イオン照射方法等の詳細について、図面を参照して説明する。

#### （第 1 の実施形態）

まず図 2、図 3 を参照して、本発明の第 1 の実施形態（以下第 1 実施形態と略記する）について説明する。

#### 【0021】

図 2 は、本発明に係るバーナス型（Burnus Type）イオン源チャンバーの断面構造を示したものであり、同図（a）はチャンバーの上面に平行な断

面を、同図（b）はチャンバーの側面に平行な断面をそれぞれ示したものである。アークチャンバー 2 1 の一方の端面には絶縁支持部 2 5 及びリフレクター（スパーサー）2 6 を介してタングステンフィラメント 2 7 が設けられており、アークチャンバー 2 1 の他方の端面に絶縁支持部 2 5 を介して対向電極 2 4 が設けられている。

## 【0 0 2 2】

次にこの装置を用いてイオンを取り出す方法を説明する。ガス導入口 2 2 から例えば Ar ガスを供給するとともに、タングステンフィラメント 2 7 から熱電子を放出させ、対向電極 2 4 によって熱電子の運動方向をフィラメントから放出された方向と反対方向に偏向することにより、アークチャンバー 2 1 内に導入された Ar ガスと熱電子との衝突確率を高めてイオン化を行う。そしてフロントプレート 2 8 に設けたイオン引き出し口 2 3 からイオンが取り出される

一方、図 3 は本発明に係るフリーマン型（F r e e m a n   T y p e）イオン源チャンバーの断面構造を示したものであり、同図（a）はチャンバーの上面に平行な断面を、同図（b）はチャンバーの側面に平行な断面をそれぞれ示したものである。アークチャンバー 3 1 の対向する面にそれぞれ絶縁支持部 3 5 を介してリフレクター 3 6 が設けられており、この対向するリフレクター 3 6 間に棒状のタングステンフィラメント 3 7 が設けられている。

## 【0 0 2 3】

次にこの装置を用いてイオンを取り出す方法を説明する。ガス導入口 3 2 から例えば Ar ガスを供給するとともに、タングステンフィラメント 3 7 から熱電子を放出させてプラズマを生じさせる。同時に電磁石 3 9 によりフィラメント 3 7 に平行な磁界と、フィラメント電流による回転磁界を発生させ、リフレクター 3 6 の作用によってアークチャンバー 3 1 内で電子を複雑に運動させることにより、タングステンフィラメント 3 7 から放出される熱電子とガス導入口 3 2 から供給させるガスとの衝突確率を高めている。そしてフロントプレートに設けたイオン引き出し口 3 3 からイオンが取り出される。

## 【0 0 2 4】

本発明は、主としてタングステンフィラメント及びイオン源に用いるタングス

テン部材に関するものであり、上述のバーナス型イオン源チャンバー、フリーマン型イオン源チャンバーの何れにも適用可能である。下記の説明では主として図 2 に記載したバーナス型イオン源チャンバーを例にとって、従来のドーブとタングステンを用いたフィラメント等と比較しながら説明する。

#### 【 0 0 2 5 】

本実施形態におけるイオン発生装置では、図 2 に示したアークチャンバー 2 1 として、例えば Re (レニウム) を 3 % 含有させたタングステンを加工した物を用いる。また、アークチャンバー 2 1 同様、Re を 3 % 含有させたタングステンで構成されたリフレクター 2 6 (スパーサー) を介して、同様に、Re を 3 % 含有させたタングステンフィラメント 2 7 が設けてあり、アークチャンバー 2 1 の他方の端面には絶縁支持部 2 5 を介して、チャンバー同様、Re を 3 % 含有させたタングステンで構成された対向電極 2 4 が設けてある。そして、ガス導入口から例えば  $\text{BF}_3$  ガスが供給され、フロントプレートに設けたイオン引き出し口 2 3 からイオンが取り出される。

#### 【 0 0 2 6 】

本実施形態では、イオン引き出し口 2 3 があるフロントプレート 2 8 も、Re を 3 % 含有させたタングステンを使用している。即ちタングステンを用いる部材全てに Re が添加されている。ガス導入口 2 2 より  $\text{BF}_3$  ガスを供給するとともに、フィラメント 2 7 から熱電子を放出させると、放電によりイオン化される。発生した B イオン、F イオン、 $\text{BF}_2$  イオン等は、引き出し口 2 3 を通して引き出されるが、この後分離電磁石により B のみを取り出し、試料へのイオン照射が行われる。

#### 【 0 0 2 7 】

この場合、加速電圧 3 5 k e V で、約 1 0 m A のビーム電流が得られた。また、6 0 時間までは放電時間によらず、 $\pm 5 \%$  程度のビーム変動率で安定な放電が得られ且つ、8 0 時間程度までの放電が可能であった。

#### 【 0 0 2 8 】

一方、Al, Si, K 微量添加の従来型のドーブドタングステン (Al, Si, K 等の不純物を添加したタングステンをドーブドタングステンと称する) で構

成されたイオン源チャンバーに  $\text{BF}_3$  ガスを導入してイオン化を行った場合には、同様に 8 mA のビーム電流量が得られるが、放電時間と共にビーム電流量は低下していく傾向を示した。10 時間放電後のビーム電流量は、6.5 mA と初期と比較して約 20 % のビーム電流量の低下が見られ、且つ約 50 時間程度で放電が不安定となり、イオン化が困難になってしまった。

## 【0029】

これは、従来の純タングステンや、Al, Si, K 微量添加のドーブドタングステンの場合には、その強度が長大再結晶粒（タングステンの再結晶化によって、結晶粒の粗大化が起こったもの）の形成及び残留ドーブ剤（Al, Si, K、その他の不純物）の分散によって維持されているが、高温で長時間使用することにより、ドーブ剤がタングステンと反応したり、フィラメント表面に析出することにより、分散効果が失われ、熱電子の放出を妨げると共に、フィラメントの強度が劣化し、フィラメントにイオンが衝突することにより削られてしまい、安定なイオン化ができなくなったものと考えられる。

## 【0030】

一方、Re を 3 % 添加した場合には、純タングステンや、Al, Si, K 微量添加のドーブドタングステンに対して、高温での強度が高まると共に、再結晶化温度が高まることにより、高温且つ長時間使用による結晶変化が抑えられ、長時間安定したイオンビームが得られるものと考えられる。

## 【0031】

図 4 は、従来のドーブドタングステンフィラメントと、Re を 3 % ~ 26 % 添加したタングステンフィラメントとを各温度で 30 分間熱処理した後の室温での伸びの変化を示したものである。ここで、例えば図中の「W-26%Re」は W（タングステン）中に 26 重量%の Re（レニウム）が含有されていることを示している。また、「W」は通常のドーブドタングステンを示している。通常のドーブドタングステンフィラメントでは、熱処理温度が高くなると共に、室温での延性が低下していることがわかる。これは、タングステンの再結晶化によって、延性が低下していることを示している。すなわち、再結晶による脆化がおり、この場合には、振動による衝撃や、イオン化に伴うイオンのスパッタリング効果

により断線し易くなることを示している。これに対して、Re を添加したタングステンフィラメントの場合には、熱処理温度が高いほど延性が高くなっており、また、Re の添加濃度が高いほど延性回復が低温側にシフトしていることがわかる。これは、タングステンの再結晶化温度の変化にも対応している。

#### 【0032】

この図より、主として1800℃以上で用いる場合にはRe 添加量3%ないし10%、主として1200℃乃至1800℃で用いる場合にはRe 添加量15%乃至26%のフィラメントを用いることが有効であると推定されるが、何れの温度でも従来のドーブトタングステンフィラメントよりも有利である。

#### 【0033】

図5は、Re の添加濃度とタングステンの再結晶化の関係を示したものである。純タングステンの再結晶化温度は約1500℃近辺であるのに対し、Re 3%添加によって再結晶化温度が1800℃以上まで急速に上昇し、それ以上のRe 添加では次第に低下していく傾向を示している。

#### 【0034】

このようにRe を添加することにより、純タングステンよりも再結晶化温度が引き上がるが、更にRe 添加濃度を増加すると再結晶化温度が低温化することから、再結晶脆化が懸念される。

#### 【0035】

しかしながら、実際には図4に示したように高いRe 添加の場合でも延性が高くなっている。これは、Re が固溶することにより結晶粒界の脆化を抑制する効果を持つことを示している。

#### 【0036】

ところで、Re を添加することにより、B のビーム電流が増大した要因については、Re 添加に伴う再結晶化温度の増大と強度増大だけでは説明できない。

図6は、ドーブドタングステンとRe 3%添加タングステンの電気抵抗率（縦軸）の温度変化を示したものである。Re を添加した場合には従来のドーブドタングステンよりも広い温度範囲で抵抗率が高いことがわかる。尚、このデータは、上記の各組成のフィラメントに通電した時のフィラメント表面温度とその時の

電気抵抗を測定したものである。このデータから  $R_e$  を添加した場合には、フィラメントに流す電流量が同じで有れば、抵抗が高い分だけフィラメントの温度が高くなることがわかる。フィラメントの温度が高くなることにより、アークチャンバー 21 内の温度も上昇し、ガス分子の運動量が増大することにより、フィラメントから放出される熱電子との衝突確率が高まり、結果としてイオン化効率が高まり、イオンビームの高電流化が図られたものと考えられる。

## 【0037】

また、電気抵抗率が高いということは、所定の抵抗値（ここでは従来のドーブタングステンの抵抗値）とするために、従来のドーブタングステンのフィラメントよりも線径を太くすることができ、フィラメントの強度増大にも有効となる。それに伴い、フィラメントの長寿命化が可能となる。

## 【0038】

尚、上記の説明ではタングステンに  $R_e$ （レニウム）を添加した場合について説明したが本実施形態はこれに限る物ではなく、 $Co$ 、 $Ce$ 、 $Nd$ 、 $Sm$ 、 $Eu$ 、 $Gd$ 、 $Tb$ 、 $Er$ 、 $Yb$ 、 $Lu$ 、 $Sc$ 、 $Y$ 、 $La$  を添加した場合であっても同様の効果を得ることが出来る。

## （第2実施形態）

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

## 【0039】

本実施形態は、イオン発生装置本体の形態は第1実施形態と同様であり説明を省略する。本実施形態では、アークチャンバーに用いるタングステン部材に、第1実施形態で用いた  $R_e$  に替えて、希土類酸化物である  $La_2O_3$  を2%含有させたタングステンを加工した物を用いたところに特徴がある。

## 【0040】

即ち、本実施形態におけるイオン発生装置では、図2に示すように、例えば希土類酸化物である  $La_2O_3$  を2%含有させたタングステンを加工したアークチャンバー 21 の一方の端面には絶縁支持部 25 及び、チャンバー同様、希土類酸化物である  $La_2O_3$  を2%含有させたタングステンで構成されたリフレクター 26（スペーサー）を介して、チャンバー同様、希土類酸化物である  $La_2O_3$  を2%

含有させたタングステンフィラメント 27 が設けてあり、アークチャンバー 21 の他方の端面には絶縁支持部 25 を介して、チャンバー同様、希土類酸化物である  $\text{La}_2\text{O}_3$  を 2% 含有させたタングステンで構成された対向電極 24 が設けてある。そして、ガス導入口から例えば  $\text{BF}_3$  ガスが供給され、フロントプレートに設けたイオン引き出し口 23 からイオンが取り出される。即ち、第 1 実施形態の Re に替えて、全てのタングステン部材に  $\text{La}_2\text{O}_3$  が 2% 添加されている。

## 【0041】

本実施形態では図 3 に示すように、イオン引き出し口 23 があるフロントプレートも、希土類酸化物である  $\text{La}_2\text{O}_3$  を 2% 含有させたタングステンを使用している。ガス導入口 22 より  $\text{BF}_3$  ガスを供給すると共に、フィラメント 27 から熱電子を放出させると、 $\text{BF}_3$  ガスは放電によりイオン化される。発生した B イオン、F イオン、 $\text{BF}_2$  イオン等は、引き出し 23 を通して引き出されるが、この後分離電磁石により B のみを取り出され、試料へのイオン照射が行われる。この場合、加速電圧 5 keV で、約 4 mA のビーム電流が得られた。60 時間までは放電時間によらず、±5% 程度のビーム変動率で安定な放電が得られ且つ、80 時間程度までの放電が可能であった。

## 【0042】

一方、ドーブドタングステンを用いた従来のイオン源チャンバーに  $\text{BF}_3$  ガスを導入してイオン化を行った場合には、3.5 mA のビーム電流量が得られるが、放電時間と共にビーム電流量は低下していく傾向を示した。10 時間放電後のビーム電流量は、2.8 mA と約 20% のビーム電流量の低下が見られ、且つ約 50 時間程度で放電が不安定となり、イオン化が困難になってしまった。

## 【0043】

このように、従来の Al, Si, K 微量添加のドーブドタングステンよりも、本実施形態における希土類酸化物である  $\text{La}_2\text{O}_3$  を 2% 添加したタングステンフィラメントの方が、イオンビーム電流量の安定性が高いことがわかる。これは、フィラメントから放出される熱電子の量の違いが挙げられる。

## 【0044】

本実施形態で使用したフィラメントは、所定の電気抵抗率、すなわち、26 (

$m\Omega \cdot cm$ ) となるように、Al, Si, K 微量添加のドーブタングステンの場合にはフィラメントの直径を 2.2 mm とし、 $La_2O_3$  を 2% 添加したタングステンフィラメントの直径は 2.5 mm とした。従って、所定の抵抗値を得る、すなわち同じ程度の熱電子量を供給させるのに、希土類酸化物である  $La_2O_3$  を 2% 添加したフィラメントの方が、フィラメントの直径を太くすることが可能となり、強度を大きくすることが可能となる。従って、長時間の放電で生じるイオンの衝突によるエッチングによるフィラメントの消耗を抑制することが可能となり、長時間安定したイオン放電が可能となる。

## 【0045】

また、希土類酸化物である  $La_2O_3$  を添加した場合、フィラメントの表面積を大きくすることが可能となり、より多くの熱電子を放出することが可能となる為、イオン化効率が増大し、結果としてイオンビーム電流量の増大を測ることが可能となる。

## 【0046】

これにより、イオンビームの低加速エネルギー化に対するイオンビーム電流量の低下を抑制することもできる。即ち、イオン化したイオンを低電圧で引き出すと、どうしてもビームが収束しきれない（ビームが広がる）為に、収束点が変わり、結果として試料に照射するイオン照射量の低下を招いてしまう。しかしながら、フィラメントの表面積を大きくすることにより、熱電子の放出量を大きくすることができることから、イオン化効率を増大することが可能となり、従来の純タングステンや Al, Si, K 微量添加フィラメントを使用した場合よりも、試料の照射するイオン照射量を大きくすることが可能となり、スループットの低下を抑えることが可能となる。

## 【0047】

タングステンはその特性上、熱処理されることにより、結晶粒が消失するため靱性が低くなり脆くなってしまう。タングステンの強度を引っ張り強さの変化で見ると、純タングステン及び、Al, Si, K 微量添加のドーブタングステンの場合には、 $1200^{\circ}C$  (5分) の時約  $2300 kg/cm^2$ 、 $2300^{\circ}C$  (5分) の時約  $1400 kg/cm^2$ 、 $2700^{\circ}C$  (5分) の時約  $1000 kg/cm^2$



$\text{cm}^2$ の引っ張り強さを持つ。一方、希土類酸化物である $\text{La}_2\text{O}_3$ を2%添加した場合には、 $1200^\circ\text{C}$ （5分）の時約 $2700\text{ kg/cm}^2$ 、 $2300^\circ\text{C}$ （5分）の時 $1600\text{ kg/cm}^2$ 、 $2700^\circ\text{C}$ （5分）の時 $1400\text{ kg/cm}^2$ と、高温ほど引っ張り強さが純タングステン及び、Al, Si, K微量添加のドーブタングステンよりも大きくなっていることがわかる。従って、高温強度に優れ且つ再結晶化の影響による添加物の析出等の影響を受けることなく安定に使用できることを示している。

## 【0048】

以上説明した第2の実施形態では、タングステンフィラメントへの添加剤として $\text{La}_2\text{O}_3$ （酸化ランタン）を用いて説明したが、その他の希土類酸化物である $\text{Y}_2\text{O}_3$ （酸化イットリウム）や $\text{CeO}_2$ （酸化セリウム）を用いることができる。更に、Co、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Er、Yb、Lu、Scの酸化物を用いることも可能である。

## 【0049】

なお、本発明は、以上説明した各実施形態に限定されるものではない。

以上説明した各実施形態では放電ガスとして $\text{BF}_3$ を用いて説明したが、その他のガスをもちいることも可能である。

## 【0050】

また、上記の各実施形態では、フィラメントのほかに、リフレクター、対向電極、フロントプレート、イオン源チャンバー（アークチャンバー）もRe乃至 $\text{La}_2\text{O}_3$ を不純物として添加した場合について示したが、フィラメントのみに添加した場合にもほぼ同様の効果を得ることが出来る。Re乃至 $\text{La}_2\text{O}_3$ を添加する部分をフィラメントのみとすれば従来のアークチャンバーを用いてフィラメントを交換するのみで容易に本発明の効果を享受することが出来る。また、フィラメントのほかに、リフレクター、対向電極を上記不純物添加とすれば更に効果が増大する。

また、以上説明した各実施形態では、バーナス型イオン源を用いる方式について説明したが、その他の方式に対して適用することも可能である。

## 【0051】

## 【発明の効果】

本発明では、希土類酸化物を添加したタングステンフィラメントを用いることにより、長時間安定した熱電子の放出が可能となり、イオンビーム電流の低下を招くことなく安定したイオン化が可能となる。したがって、例えば半導体装置の製造におけるイオン注入工程に用いることにより、大きな効果を発揮することができる。

## 【0052】

また、本発明では、Reを添加したタングステンフィラメントを用いることにより、再結晶化温度を引き上げると共に、再結晶化に伴う脆化を抑制し、延性を確保できることから、安定したイオン化を行うことが可能となる。

## 【0053】

また、本発明では、フィラメントの電気抵抗率を大きくすることができることから、所定の抵抗値とするために、従来のフィラメントに比べて直径を太くできることから、強度の増大のみならず、熱電子放出量を大幅に増大することが可能となる。したがって、例えば低エネルギーイオン注入における、ビーム電流量の増大に寄与できることから、注入時間の短縮を図ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】イオン照射装置の全体構成を示した図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係るバーナス型イオン源チャンバーの断面構造図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係るフリーマン型イオン源チャンバーの断面構造図である。

【図4】タングステンフィラメントの延性と熱処理温度の関係を示した図である。

【図5】Reの添加濃度とタングステンの再結晶化温度の関係を示した図である。

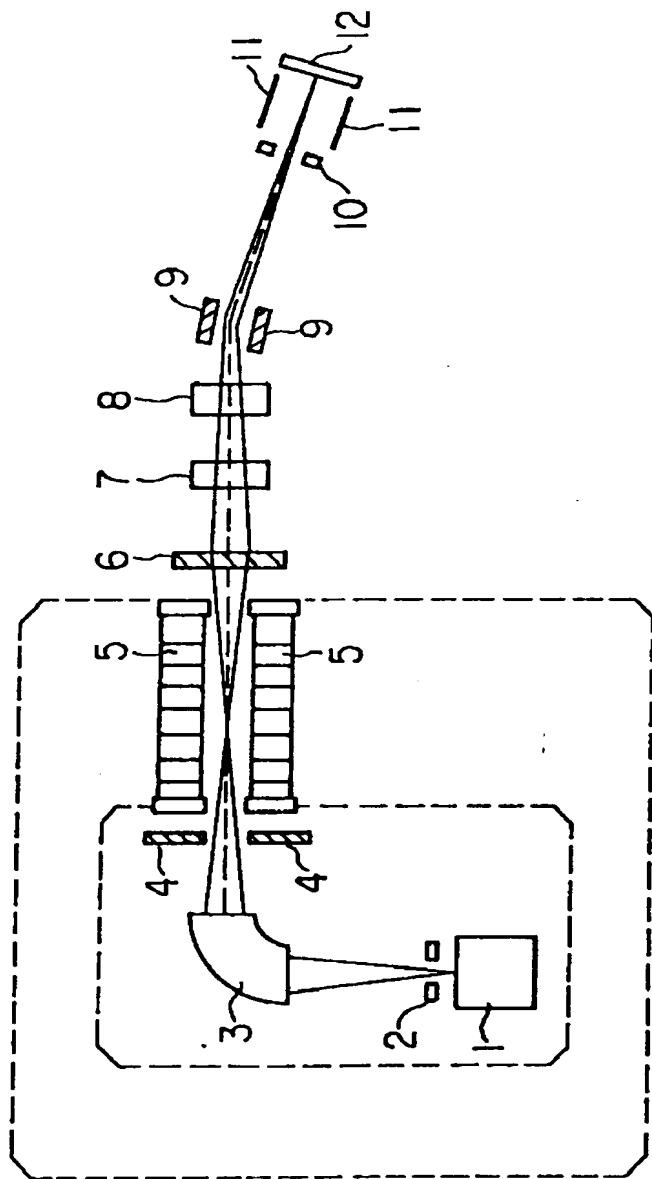
【図6】ドーパドタングステンとRe 3%添加タングステンの電気抵抗率の温度変化との関係を示した図である。

## 【符号の説明】

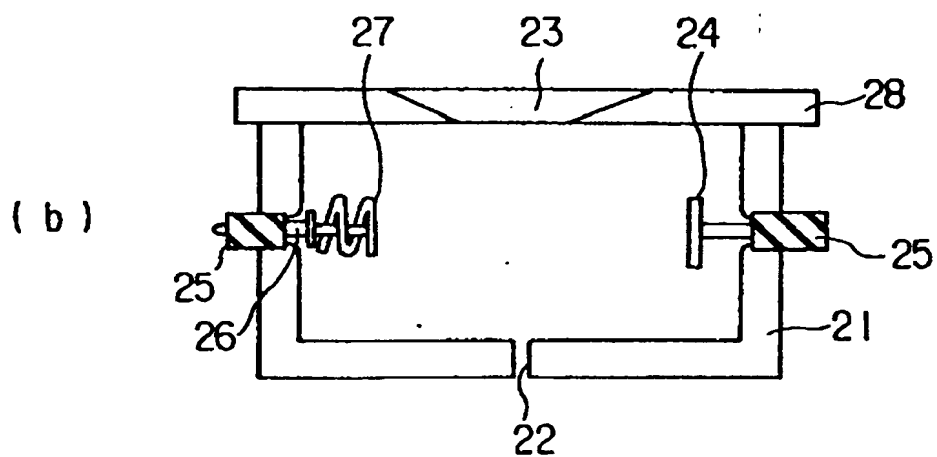
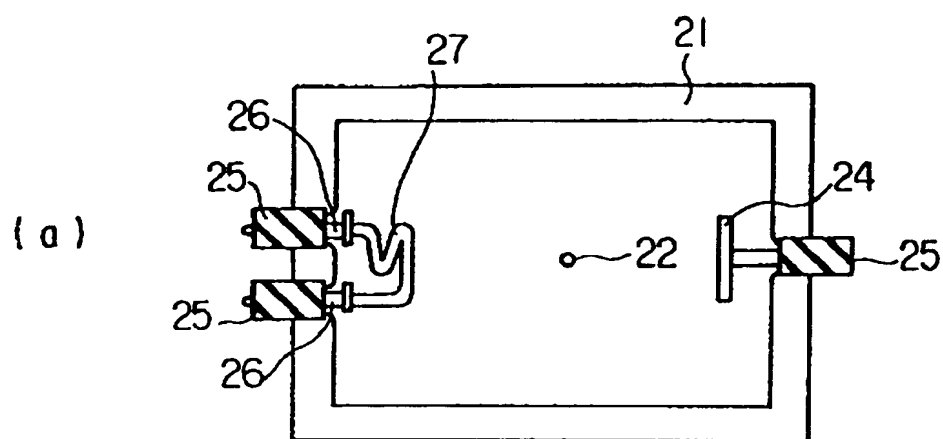
- 1 …イオン源チャンバー
- 2 …引出し電極
- 3 …分離電磁石
- 4 …スリット
- 5 …加速器
- 6 …四極レンズ
- 7, 8 …走査電極
- 9 …偏向電極
- 1 0 …マスク
- 1 1 …アース
- 1 2 …試料
- 2 1、3 1 …アークチャンバー
- 2 2、3 2 …ガス導入口
- 2 3、3 3 …イオン引出し口
- 2 4 …対向電極
- 2 5、3 5 …絶縁支持部
- 2 6、3 6 …リフレクター
- 2 7、3 7 …フィラメント
- 2 8、3 8 …フロントプレート
- 3 9 …電磁石

【書類名】 図面

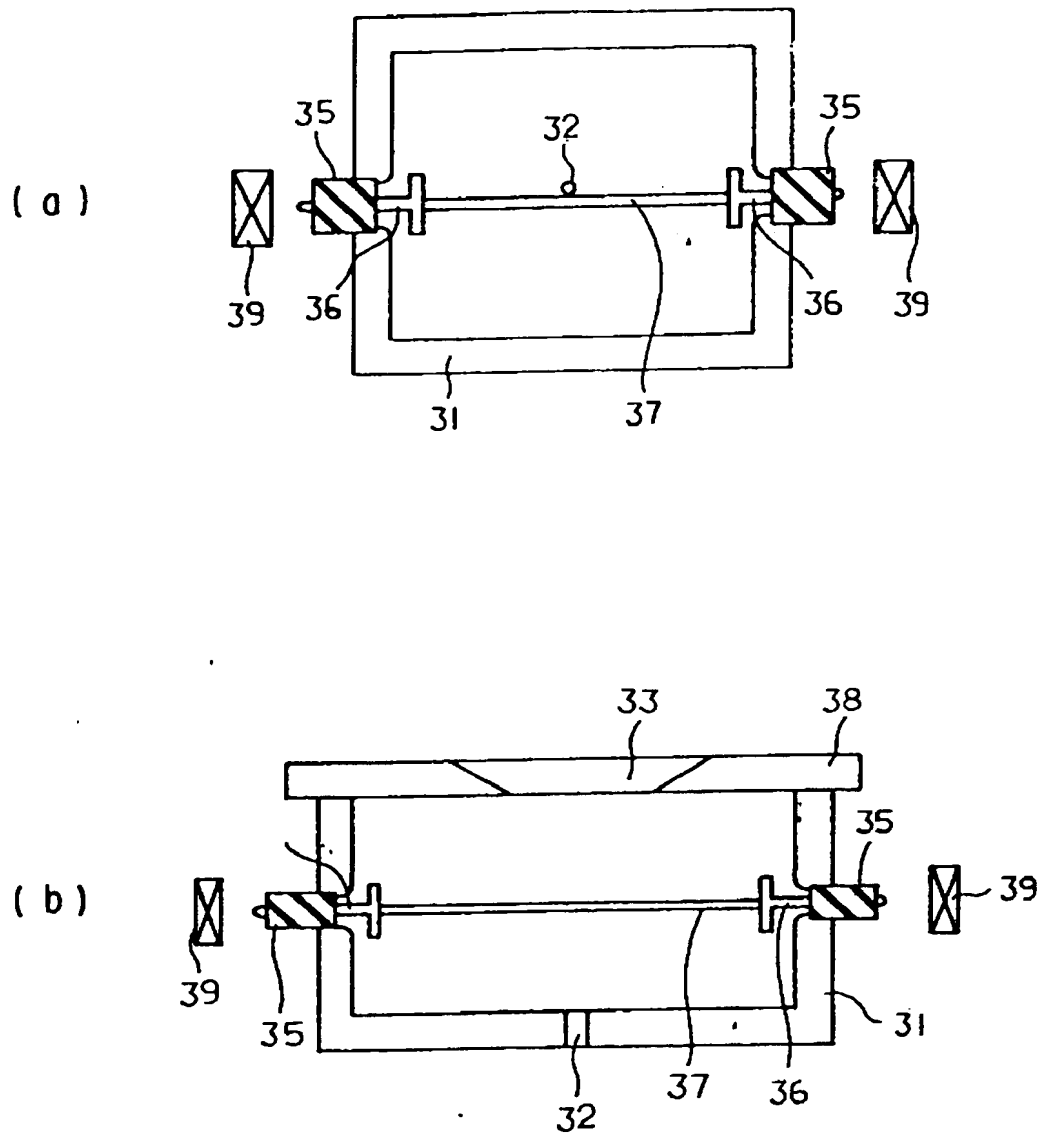
【図 1】



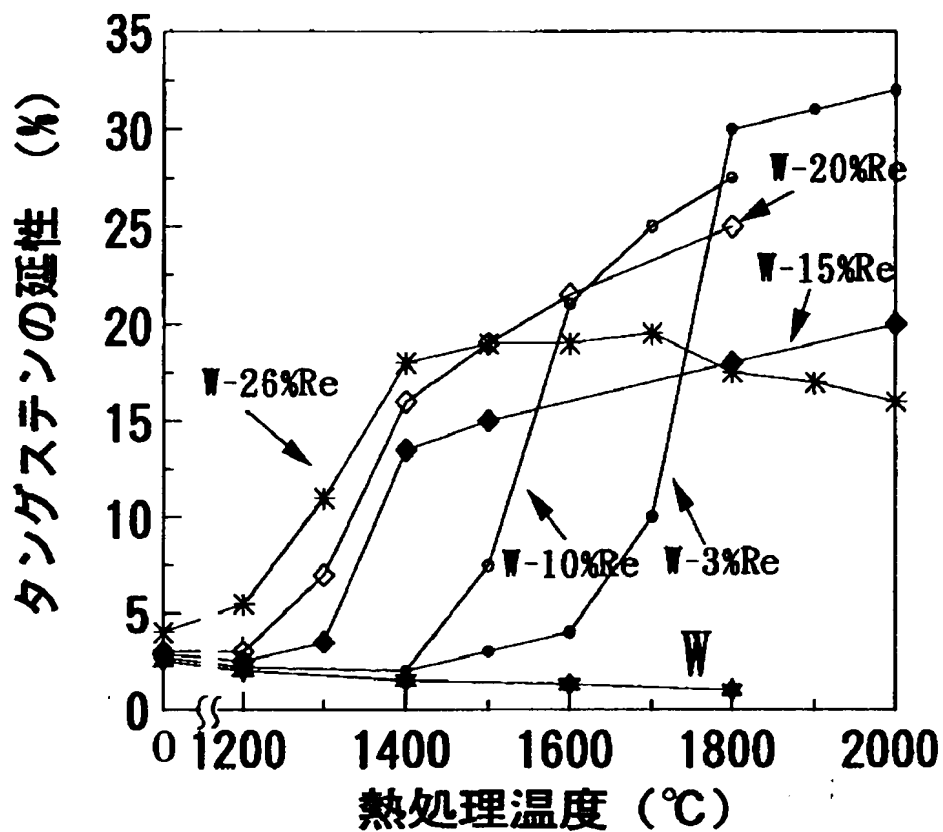
【図 2】



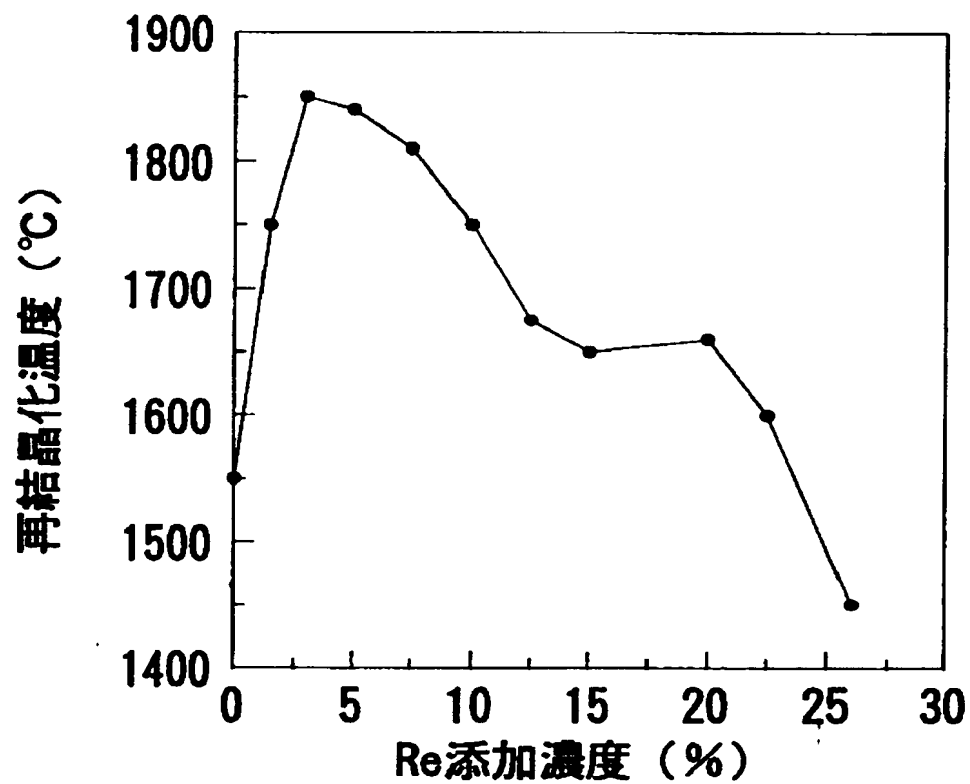
【図 3】



【図4】

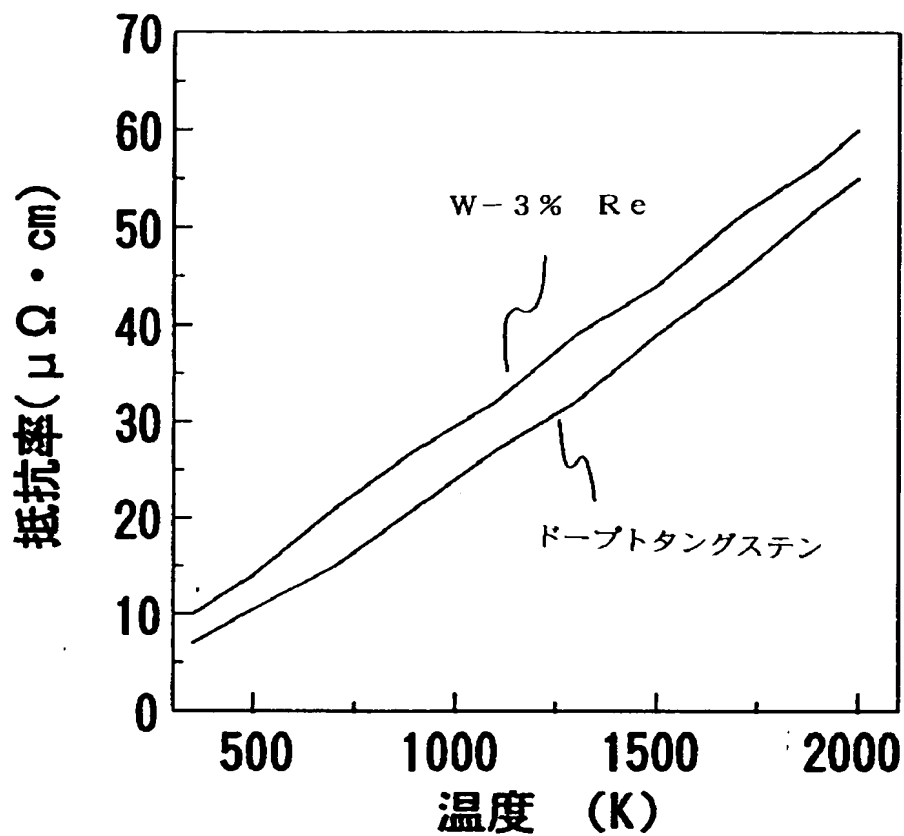


【図 5】





【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】長時間、安定したイオン注入が効能なイオン発生装置、イオン照射装置、それに用いるフィラメントを提供する。

【解決手段】タングステンフィラメントにレニウムないしは酸化ランタンを添加した物をフィラメントとして用いる。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 2 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地  
氏 名 株式会社東芝